

Київський національний університет
імені Тараса Шевченка

Затверджено
Вченою радою фізичного факультету
«___» _____ 200__р.

Протокол №____
Голова вченої ради, декан

Проф. Макарець М.В.

Фізичний факультет
Кафедра молекулярної фізики

Кандидат фізико-математичних наук,
Доцент Вербінська Галина Миколаївна

Викладачі, що ведуть лабораторні заняття:
доц. Вербінська Галина Миколаївна

Статистичні методи обробки результатів експерименту

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

для студентів 4-го курсу фізичного факультету
групи спеціалізації „Медична фізика” та „Молекулярна фізика”
спеціальності 6.070100

Затверджено
кафедрою молекулярної фізики
«___» _____ 200__р.

Протокол №____
Завідувач кафедри

Проф. Булавін Л.А.

КИЇВ-2009

Вступ

Дисципліна “ Статистичні методи обробки результатів експерименту ” для студентів фізичного факультету груп спеціалізації „Медична фізика” та Молекулярна фізика” є спеціальною дисципліною з циклу дисциплін самостійного вибору вищого навчального закладу для спеціальності “Фізика”, що читається в VI семестрі в обсязі 2 кредитів, в тому числі 36 годин аудиторних занять, з них 18 години лекцій і 18 години лабораторних робіт і 36 годин самостійної роботи. Закінчується заліком у VI семестрі.

Метою і завданням навчальної дисципліни “ Статистичні методи обробки результатів експерименту” є отримання базових знань з теорії ймовірностей та математичної статистики з метою застосування їх для обробки результатів фізичного експерименту та вибору найкращої моделі.

Предмет навчальної дисципліни “ Статистичні методи обробки результатів експерименту” – аналіз похибок вимірювання фізичних величин, знаходження довірчих інтервалів, статистична перевірка гіпотез, кореляційний аналіз, вибір найкращої моделі.

Вимоги до знань та вмінь.

Студент повинен знати:

- Визначення числових характеристик випадкових величин: математичного сподівання, дисперсії, середньоквадратичного відхилення;
- основні типи розподілу випадкових величин: біноміальний, Пуасона, рівномірний, експоненціальний, геометричний, нормальний, розподіли Пірсона, Стьюдента, Фішера та інші, числові характеристики функцій розподілу випадкових величин;
- багатовимірні закони розподілу, кореляції випадкових величин;
- закон великих чисел, теореми Чебишева, Маркова, Бернуллі, центральну граничну, Муавра-Лапласа;
- основи вибіркового методу, точкових та інтегральних оцінок параметрів розподілу;
- метод інтервальної оцінки параметрів розподілу, визначення довірчих інтервалів;
- основи кореляційного аналізу, метод найменших квадратів;
- критерії перевірки статистичних гіпотез: критерій Пірсона, t-критерій, критерій Фішера та інш.;
- основні принципи планування експерименту: побудова моделей на основі результатів експерименту, перевірка моделей на адекватність, вибір найкращої моделі.

Студент повинен вміти:

- Знаходити імовірності випадкових величин за класичним означенням;
- знаходити математичне сподівання, дисперсію та середньоквадратичне відхилення неперервних та дискретних випадкових величин;
- визначити коефіцієнт кореляції випадкових величин, побудувати область спільної довірчої імовірності;
- використовувати закони великих чисел, теорем Чебишева, Маркова, Бернуллі для визначення збіжності послідовностей випадкових величин;
- використовувати центральну граничну теорему для визначення збіжності законів розподілення до нормального закону;
- знаходити точкові оцінки параметрів вибірки;
- знаходити довірчі інтервали для математичного сподівання, дисперсії і середньоквадратичного відхилення для заданого рівня надійності;

- використовувати критерії перевірки гіпотез про нормальний розподіл генеральної сукупності та про розподіл спеціального вигляду;
- проводити апроксимацію експериментальних даних за допомогою методу найменших квадратів у випадку рівноточних та нерівноточних вимірів;
- використовувати комп'ютерні засоби для проведення апроксимації даних фізичного експерименту;
- проводити статистичну перевірку точності різних методів вимірювання;
- проводити аналіз залишків, перевірку адекватності обраної моделі;
- використовувати критерії перевірки гіпотез для обрання найкращої моделі.

Місце в структурно-логічній схемі спеціальності. Спеціальна навчальна дисципліна “**Статистичні методи обробки результатів експерименту**” є складовою циклу професійної підготовки фахівців спеціалізацій «молекулярна фізика» та «медична фізика» освітньо-кваліфікаційного рівня „бакалавр”. Вона спирається на знання, отримані студентом, в рамках базового курсу з теорії ймовірностей та математичної статистики. У свою чергу, вона направлена на одержання студентом практичного досвіду аналізу похибок вимірювань фізичних величин, обробки одержаних експериментальних даних та вибору найкращої теоретичної моделі.

Система контролю знань та умови складання заліку. Навчальна дисципліна „Статистичні методи обробки результатів експерименту” оцінюється за **модульно-рейтинговою системою**. Вона складається з **2 модулів**. Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за **100 - бальною шкалою**.

Форми поточного контролю: оцінювання результатів виконання та захисту лабораторних робіт та домашніх самостійних завдань - максимальна кількість балів в одному модулі дорівнює **15 балам**. Наприкінці кожного змістовного модулю проводиться контроль знань у вигляді **модульної письмової контрольної роботи**. Максимальна кількість балів, яку студент може отримати за модульну контрольну роботу, дорівнює **15 балам**.

Підсумковий модульний контроль знань студента проводиться у формі заліку, під час якого може бути отримана максимальна кількість балів – **40 балів**.

Підсумкова семестрова рейтингова оцінка складається з семестрової модульної та екзаменаційної оцінок і дорівнює **100 балам**.

Підсумкова оцінка з дисципліни у балах 100-бальної шкали переводиться у **п'ятибальну** (національну шкалу):

За 100-бальною шкалою	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	Відмінно
75 – 89	Добре
60 – 74	Задовільно
35 – 59	Незадовільно
1 – 34	

При цьому, кількість балів відповідає оцінці:

1 – 34 – „незадовільно” з обов'язковим повторним вивченням дисципліни;

35 – 59 – „незадовільно” з можливістю повторного складання;

60 – 74 – „задовільно”;

75 – 89 – „добре”;

90 – 100 – „відмінно”.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

№ лекції	Назва лекції	Кількість годин			
		лекції	семінари/ лаборант., практичні	самост. робота	інші форми контр.
Змістовий модуль 1					
1	Систематичні та випадкові похибки вимірювань фізичних величин. Дискретні та неперервні випадкові величини. Функція розподілу густини імовірності.	2		2	
2	Закони розподілу випадкових величин. Теорія похибок для обмеженої кількості вимірів. Гістограма частот.	2		2	
3	Методи одержання точкових оцінок параметрів: метод моментів, метод максимальної правдоподібності.	2		2	
4	Довірча імовірність, довірчий інтервал. Розподіл Ст'юдента. Похибки прямих та непрямих вимірів. Довірчий інтервал для дисперсії нормального розподілу. χ^2 -розподіл.	2		2	
5	Регресійний аналіз. Зважений і незважений метод найменших квадратів. Лінійна регресія.	2		2	
6	Спільна довірча область параметрів. Коефіцієнт кореляції параметрів регресії.	2		2	
7	Аналіз залишків. Метод знакових серій. Аналіз адекватності моделей за критерієм Пірсона. Функція Фішера. Повний коефіцієнт кореляції при повторних вимірах.	2		2	
8	Статистична перевірка гіпотез. χ^2 -критерій, λ -критерій, t- критерій, критерій Фішера. Статистичне порівняння точності різних методів вимірювання.	2		2	
9	Виявлення та усунення викидів та промахів. Критерії вибору найкращої моделі. Критерій значимості параметрів та повноти моделі.	2		2	
МОДУЛЬНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА					
Оцінка за модульну контрольну роботу					
Оцінка за лабораторні роботи					
Змістовий модуль 2					
10	Основні характеристики законів розподілу випадкових величин: математичне сподівання, дисперсія, моменти, асиметрія.		2	2	
11	Побудова гістограм частот на основі експериментальних даних.		2	2	
12	Розрахункові задачі на визначення точкових оцінок параметрів закону розподілу		2	2	

	випадкових величин.				
13	Розрахунки похибок прямих та непрямих вимірювань в лабораторному практикумі.		2	2	
14	Апроксимація результатів експерименту методом найменших квадратів.		2	2	
15	Побудова спільної довірчої області для параметрів лінійної регресії.		2	2	
16	Перевірка гіпотез щодо вибору закону розподілу випадкової величини за критерієм Пірсона. Використання критерію Фішера для задач проведення кривої по точкам.		2	2	
17	Обробка результатів фізичного експерименту. Вибір кращої моделі.		2	2	
18	Визначення коефіцієнту самодифузії в рідинах з експериментів по квазіупружному розсіянню повільних нейтронів.		2	2	
МОДУЛЬНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА					
ЗАЛІК					
Оцінка за модульну контрольну роботу					
Оцінка за лабораторні роботи					
Оцінка за іспит					
	ВСЬОГО	18	18	36	

Загальний обсяг 72 год., в тому числі:
лекції – 18 год.
лабораторні роботи – 18 год.
самостійна робота – 36 год.

ТЕМАТИЧНО – ЗМІСТОВНА ЧАСТИНА КУРСУ

Змістовний модуль 1

Лекція 1. Систематичні та випадкові похибки вимірювань фізичних величин. Дискретні та неперервні випадкові величини. Функція розподілу густини імовірності.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

1. Вивчення матеріалу лекції.
2. Виконання практичних розрахункових задач.

Література [1, 2]

Лекція 2. Закони розподілу випадкових величин. Теорія похибок для обмеженої кількості вимірів. Гістограма частот.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

1. Вивчення матеріалу лекції.
2. Виконання практичних розрахункових задач.

Література [1, 2, 4]

Лекція 3. Методи одержання точкових оцінок параметрів: метод моментів, метод максимальної правдоподібності.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

1. Вивчення матеріалу лекції.

2. Виконання практичних розрахункових задач.

Література [1,2]

Лекція 4. Довірча імовірність, довірчий інтервал. Розподіл Ст'юдента. Похибки прямих та непрямих вимірів. Довірчий інтервал для дисперсії нормального розподілу. χ^2 -розподіл.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

1. Вивчення матеріалу лекції.
2. Виконання практичних розрахункових задач.

Література [1,2]

Лекція 5. Регресійний аналіз. Зважений і незважений метод найменших квадратів. Лінійна регресія.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

1. Вивчення матеріалу лекції.
2. Виконання практичних розрахункових задач.

Література [1, 5]

Лекція 6. Спільна довірна область параметрів. Коефіцієнт кореляції параметрів регресії.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

1. Вивчення матеріалу лекції.
2. Виконання практичних розрахункових задач.

Література [1, 2]

Лекція 7. Аналіз залишків. Метод знакових серій. Аналіз адекватності моделей за критерієм Пірсона. Функція Фішера. Повний коефіцієнт кореляції при повторних вимірах.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

1. Вивчення матеріалу лекції.
2. Виконання практичних розрахункових задач.

Література [2, 4, 5]

Лекція 8. Статистична перевірка гіпотез. χ^2 -критерій, λ -критерій, t- критерій, критерій Фішера. Статистичне порівняння точності різних методів вимірювання.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

1. Вивчення матеріалу лекції.
2. Виконання практичних розрахункових задач.

Література [6]

Лекція 9. Виявлення та усунення викидів та промахів. Критерії вибору найкращої моделі. Критерій значимості параметрів та повноти моделі.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

1. Вивчення матеріалу лекції.
2. Виконання практичних розрахункових задач.

Література [6]

Контрольні запитання та завдання

(Приклад завдання для модульної контрольної роботи 1 додається)

Змістовний модуль 2

Лабораторна робота 1. Основні характеристики законів розподілу випадкових величин: математичне сподівання, дисперсія, моменти, асиметрія.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

Оформлення звіту з виконаної лабораторної роботи.

Література [7, 8]

Лабораторна робота 2. Побудова гістограм частот на основі експериментальних даних.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

Оформлення звіту з виконаної лабораторної роботи.

Література [7, 8]

Лабораторна робота 3. Визначення точкових оцінок параметрів закону розподілу.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

Оформлення звіту з виконаної лабораторної роботи.

Література [7, 8]

Лабораторна робота 4. Розрахунки похибок прямих та непрямих вимірювань в лабораторному практикумі.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

Оформлення звіту з виконаної лабораторної роботи.

Література [7, 8]

Лабораторна робота 5. Апроксимація результатів експерименту методом найменших квадратів.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

Оформлення звіту з виконаної лабораторної роботи.

Література [1, 2, 3]

Лабораторна робота 6. Побудова спільної довірчої області для параметрів лінійної регресії.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

Оформлення звіту з виконаної лабораторної роботи.

Література [1, 3]

Лабораторна робота 7. Перевірка гіпотез щодо вибору закону розподілу випадкової величини за критерієм Пірсона. Використання критерію Фішера для задач проведення кривої по точкам.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

Оформлення звіту з виконаної лабораторної роботи.

Література [1, 3]

Лабораторна робота 8. Обробка результатів фізичного експерименту. Вибір кращої моделі.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

Оформлення звіту з виконаної лабораторної роботи.

Література [1, 2, 4]

Лабораторна робота 9. Визначення коефіцієнту самодифузії в рідинах з експериментів по квазіупружному розсіянню повільних нейтронів.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

Оформлення звіту з виконаної лабораторної роботи.
Література [1, 3]

Завдання для самостійної роботи студента

1. Одержати математичне сподівання, дисперсію та закон розподілу за даним виразом густини імовірності.
2. Побудувати гістограми частот за даними експерименту.. Зробити висновки щодо закону розподілу випадкової величини.
3. Методом моментів і методом максимальної правдоподібності одержати оцінки параметрів експоненціального та нормального законів розподілу випадкової величини.
4. Розрахувати похибки прямих та непрямих вимірів при обробці експериментальних даних в лабораторному практикумі.
5. Провести апроксимацію даних, одержаних в лабораторній роботі за методом найменших квадратів.
6. Побудувати еліпс спільної довірчої області параметрів лінійної регресії.
7. Побудувати різні типи залишків. Оцінити адекватність моделі за методом знакових серій.
8. Провести апроксимацію експериментальних даних різними рівняннями. Обрати найкращу модель за критерієм Фішера.

Питання на залік і структура білету

Білет складається з 1 теоретичного і 3-х практичних завдань. За кожне питання максимальна кількість балів, яку може отримати студент, дорівнює 10 балам. Теоретичні питання до заліку збігаються з назвами лекцій, практичні питання - з контрольними питаннями і завданнями до I-го і II-го модулів.

Студент не допускається до складання іспиту, не виконавши лабораторні роботи.

Рекомендована література

1. Кремер Н.Ш. Теория вероятности и математическая статистика. – М.:ЮНИТИ, 2001. – 545 с.
2. Д. Химмельблац Анализ процессов статистическими методами. – М.: Мир, 1973.
3. Д.Худсон Статистика для физиков. – М.: Мир, 1970.
4. Статистические методы экспериментальной физике. – М.: Атомиздат, 1976.
5. А.Зайдель Элементарные ошибки результатов измерений. – Ленинград: Наука, 1968.
6. Конділенко О.Ш., Міщенко М. І. Похибки вимірювань фізичних величин. Методичні рекомендації. – Київ, 1991.